

Document ID: JP 05-092565 A2  
Title: CONTROLLING METHOD OF DISCHARGE OF INK JET RECORDING HEAD AND  
INK JET RECORDING APPARATUS  
Assignee: CANON INC  
Inventor: TAJIKA HIROSHI  
KOITABASHI NORIFUMI  
US Class:  
Int'l Class: B41J 02/05 A  
Issue Date: 04/16/1993  
Filing Date: 10/02/1991

Abstract:

PURPOSE: To well control a discharge speed or refill frequency even when the temp. of an ink jet recording head discharging ink with the formation of an air bubble changes by environmental temp. or self-rising of temp.

CONSTITUTION: When the waveform of the drive signal applied to a heating element for generating an air bubble in ink by generating heat energy is set to a double pulse (split pulse), the generated air can be increased in the expansion speed as shown by a curve C (the inclination of the curve C) and, as a result, a discharge speed can be increased. By this double pulse driving, the circumferential temp. of ink (the temp. of the recording head) can be set low and a defoaming time can be shortened as shown by the curve C and the lowering of refill frequency can be prevented.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-92565

(43) 公開日 平成5年(1993)4月16日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

B 4 1 J 2/05

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9012-2C

B 4 1 J 3/04

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数12(全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平3-255192

(22) 出願日 平成3年(1991)10月2日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 田鹿 博司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 小坂橋 規文

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

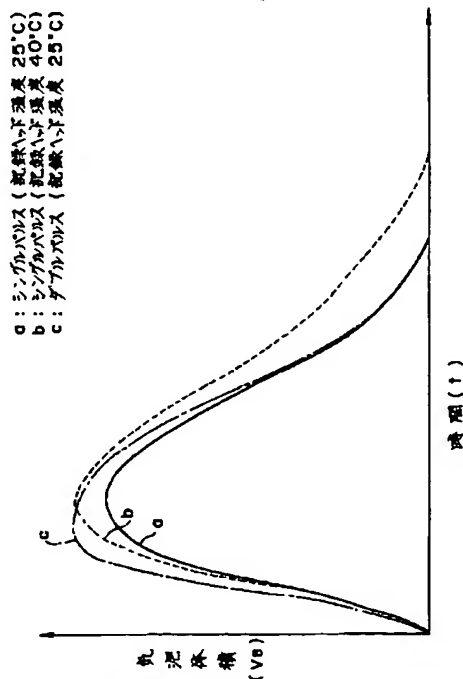
(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録ヘッドの吐出制御方法およびインクジェット記録装置

(57) 【要約】

【目的】 気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの温度が、環境温度や自己昇温によって変化しても、吐出速度やリフィル周波数を良好に制御可能とする。

【構成】 熱エネルギーを発生してインク中に気泡を発生させるための発熱素子に印加する駆動信号の波形をダブルパルス(分割パルス)としたとき、これによって発生する気泡は、曲線Cで示すように膨張速度(曲線Cの傾き)を大きくでき、これにより吐出速度を大きくできる。また、このダブルパルス駆動によれば、インクの周囲温度(記録ヘッド温度)を低く設定でき、これにより、曲線Cに示すように、消泡時間を短くできリフィル周波数の低下を防止できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法において、

前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御することを特徴とするインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法。

【請求項2】 駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法であって、

前記駆動信号の駆動周波数が2 KHz～20 KHzの範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (2 n_s)$  ( $n_s$ は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法。

【請求項3】 駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法であって、

前記駆動信号の駆動周波数が5 KHz～20 KHzの範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (5 n_s)$  ( $n_s$ は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法。

【請求項4】 駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法であって、

前記駆動信号の駆動周波数が8 KHz～20 KHzの範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (8 n_s)$  ( $n_s$ は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法。

【請求項5】 駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法であって、

前記駆動信号の駆動周波数が10 KHz～20 KHzの範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (10 n_s)$  ( $n_s$ は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法。

【請求項6】 駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該

2

泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法であって、

前記駆動信号の駆動周波数が2 KHz～20 KHzの範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (2 n_s)$  ( $n_s$ は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であって、前記吐出するインクの量は5～50 (pl/インク滴)、前記パルスの電圧は15～30 (V)、 $1 \mu\text{sec} < P_3 < 5 \mu\text{sec}$ であることを特徴とするインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法。

【請求項7】 インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、

駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段と、を具えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項8】 インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、

駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段とを具え、前記駆動信号の駆動周波数が2 KHz～20 KHzの範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (2 n_s)$  ( $n_s$ は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項9】 インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、

駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段とを具え、前記駆動信号の駆動周波数が5 KHz～20 KHzの範囲にあると

3

き、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (5 n_3)$  ( $n_3$  は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項10】 インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、

駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、

前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段とを具え、前記駆動信号の駆動周波数が $8 \text{ KHz} \sim 20 \text{ KHz}$ の範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (8 n_3)$  ( $n_3$  は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項11】 インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、

駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、

前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段とを具え、前記駆動信号の駆動周波数が $10 \text{ KHz} \sim 20 \text{ KHz}$ の範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (10 n_3)$  ( $n_3$  は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロック数)であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項12】 インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、

駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、

前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係を有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段とを具え、前記駆動信号の駆動周波数が $2 \text{ KHz} \sim 20 \text{ KHz}$ の範囲にあるとき、 $P_1 + P_2 + P_3 < 1 / (2 n_3)$  ( $n_3$  は前記発熱素子の複数をブロックに分割して駆動する際のブロッ

4

ク数)であって、前記吐出するインクの量は $5 \sim 50$  ( $p1$ /インク滴)、前記パルスの電圧は $15 \sim 30$  (V)、 $1 \mu\text{sec} < P_3 < 5 \mu\text{sec}$ であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法および該方法を適用可能なインクジェット記録装置に関し、詳しくは吐出速度の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、インクジェット記録装置においては、記録される画像等における濃度変動や濃度むらの発生を極力抑えるため、特に記録ヘッドから吐出されるインクの種類(着弾精度)や吐出量(以下、この量を $Vd$  [ $p1/dot$ ]で表わす)に関してその安定化を行うための制御が種々行われていた。

【0003】これら制御において採られる主な手法は、インクの温度を調整すること(以下、温調という)により、吐出速度や吐出量に影響を及ぼすインク粘性を制御したり、また、発熱素子を具え、その発熱素子が発生する熱エネルギーによってインク中に気泡を発生させこの気泡の成長によってインクを吐出する方式では、気泡の発生条件等も制御し、上記吐出量等を安定化させるものである。インク温度調整のための具体的な構成としては、インクを保持した記録ヘッドを加熱するためのヒータ(専用のヒータまたは吐出用のヒータを兼用)と、記録ヘッドに近接した温度を検出する温度センサとを用い、温度センサが検出する温度をヒータによる加熱量にフィードバックする構成がある。また、温度のフィードバックは行わずに単にヒータによる加熱を調整する構成もある。

【0004】以上の構成には、ヒータや温度センサを、記録ヘッド近傍、例えば記録ヘッドを構成する部材上に設ける場合と、記録ヘッドの外部に設ける場合とがある。

【0005】吐出速度や吐出量の制御に関する他の手法、あるいは上記手法と共に用いられる手法として、上記気泡の生成に伴って吐出する方式において熱エネルギーを発生するための電気熱変換体(以下、吐出ヒータともいう)に印加する単一パルス(以下、ヒートパルスという)のパルス幅を変化させることにより、発生する熱量を制御し、吐出量を安定化したり吐出速度を制御するものがある。

【0006】以上示した制御の態様は、主に以下の4つの態様に区別される。

【0007】1) 常時ヘッド温調を行う(外部/近傍)。

【0008】温度フィードバック有り。

【0009】2) 随時ヘッド温調を行う(外部/近

傍)。

【0010】温度フィードバック有り。

【0011】3) 高温のヘッド温調を行う(環境温度より高い)。フィードバック有り。

【0012】4) 単一のヒートパルスのパルス幅変調。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記1の方式では、常に記録ヘッドの温調を行っているため、ヒータの加熱に伴うインク水分の蒸発が促進される。この結果、記録ヘッドにおける吐出口内インクの増粘、  
10 固着を誘起し、結果として吐出方向が偏向するヨレの増大や不吐出を生じさせたり、インクにおける染料濃度が相対的に高まることにより濃度変化や濃度むらを発生させる等して、記録画質の低下を招くことがあった。

【0014】また、ヒータによる連続的な加熱による影響として、ヘッドの構造変化やヘッドを構成する部材の劣化が促進され、記録ヘッドの信頼性や耐久性を低下させる原因にもなっていた。さらに、この方式は一般的に環境温度の変化や自己昇温(吐出に伴う昇温)による影響を受け易く、これにより吐出量や吐出速度の変動が生じ濃度変化や濃度むらを発生させる場合もあった。  
20

【0015】上記2の方式は、必要に応じて温度調整を行う方式であって、1の方式を改善したものであるが、例えば記録指令が入力されてから温調を行うため、比較的短時間で所定の温度に到達する必要があり、加熱のために大きなエネルギー[例えばヒータの発熱量(W)]を与えなければならない。このため、温度制御において温度リップルの幅が増大し正確な温度制御が行えない場合があり、このような場合、温度リップルによる吐出量の変動が起こり濃度変化や濃度むらを発生することもある。逆に、正確な温調を行おうとすると、与えるエネルギーを少なくする必要があり、目標温度に到達するまでの時間が長くなり、記録開始までの待ち時間が増大する。  
30

【0016】上記3の方式は、環境温度の変化や自己昇温による温度変化の影響を少なくするために、温調による目標温度を環境温度より高くするものである。これによれば、低デューティの記録時の吐出量や吐出速度の変動を少なくすることは可能となるが、高デューティ記録時、例えば全ベタ記録のように吐出に伴う昇温(自己昇温)が大きい場合にはこの昇温の影響を避けることはできない。  
40

【0017】また、温調の方法として、記録ヘッドの外部での温調は、一般に環境温度の影響については低減可能であるが、自己昇温に対するレスポンスが悪く、この自己昇温による影響を受け易いといえる。

【0018】また、記録ヘッドの近傍(例えば吐出ヒータが配設されたヒータボードを支持する基板としてのアルミ板にヒータまたは温度センサを設ける)での温調を行うと、レスポンスは良くなり、自己昇温に対して効果  
50

があるが、基板であるアルミ板の熱容量が大きいために温度リップルが発生し、この温度リップルによる吐出量変動が発生する場合がある。

【0019】さらに、上記方式4の単一パルス(以下、シングルパルスともいう)によるパルス幅変調法は、特に上記気泡形成のインクジェット方式において、温度変化に応じた吐出量や吐出速度の変動を吸収できるだけの吐出量や吐出速度の制御幅が少ないこと、および、パルス幅の増加に伴って吐出量や吐出速度の線型的な増大が得にくく再現性に乏しいことから、正確な吐出量や吐出速度の制御を行うことは困難である。

【0020】ところで、上述したように従来の温調による吐出制御を阻害する大きな要因の1つは、吐出に伴って記録ヘッド内のインクに蓄熱を生ずる自己昇温であるといえる。

【0021】例えば、記録ヘッドに自己昇温を生じることにより、インク温度が変化すると、気泡の発泡速度やリフィル速度の変動を生じ、これにより、ヨレや不吐出さらにはリフィル周波数の変動など、吐出特性の変動を引き起こし画像を極端に劣化させることがある。

【0022】特に、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの4色のインクによって形成されるフルカラー画像では、これらのインクを吐出する記録ヘッドのうち1つにでも標準状態と異なる吐出特性を生じると、例えば吐出量の違いによるカラーバランスの崩れによる色味の変化や色再現性の低下(色差の増大)を生じたり、吐出速度変動によって生じるヨレにより白スジや黒スジを発生させ全体の画質を低下させたりする。

【0023】また、単色で画像を記録する場合でも、その記録ヘッドに吐出特性の変動を生じると、リフィル周波数の低下やヌレの増加によって発生するチョロ不吐、ヨレにより特にベタ記録においてすじや濃度変動を発生する。さらに、吐出特性の変動によってヨレが発生すると画像における細線の再現性や文字品位の低下が起こる。

【0024】一方、最近のインクジェット記録装置では被記録媒体の材質(普通紙・コート紙・OHP用紙など)や記録方式(1パス・2パスなど)に応じて記録ヘッドと複記録媒体との距離を変えたり記録速度を変えたりする構成をとる。この結果、吐出されたインクの着弾精度が低下することがある。このような場合、上記距離や記録速度に応じてインクの吐出速度を制御することが、着弾精度向上のための構成の1つである。

【0025】本発明は上述の観点に基づいてなされたものであり、その目的とするところは、環境温度や自己昇温によって記録ヘッドの温度が変化しても、吐出速度やリフィル周波数を良好に制御することが可能なインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法およびインクジェット記録装置を提供することにある。

【0026】

【課題を解決するための手段】そのために本発明では、駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドの吐出制御方法において、前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御することを特徴とする。

【0027】また、インクを吐出し記録を行うためのインクジェット記録装置において、駆動信号の印加によって発熱素子が発生する熱エネルギーによりインクに気泡を発生させ、該気泡の生成に伴ってインクを吐出するインクジェット記録ヘッドと、前記駆動信号を、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ のそれぞれパルス幅、パルス休止間隔、パルス幅からなり、かつ当該順序で生成し、かつ $P_1 \leq P_2 < P_3$ の関係有する2つのパルスによって構成し、該2つのパルスのうち相対的に先行するパルスの波形を変調することにより、前記気泡の膨張速度を制御する駆動手段と、を具備したことを特徴とする。

【0028】

【作用】以上の構成によれば、複数の信号よりなる駆動信号のうち先行する信号の波形を変調することによって、インクに発生する気泡の膨張速度を制御することができ、これによりインク吐出速度を制御することが可能となる。また、上記先行する信号の変調によって吐出されるインクの温度を局部的に制御することができ、これにより、気泡が収縮する際の気泡周囲のインクの温度を、吐出速度や吐出量の制御等と関係なく低く設定できる。この結果、収縮速度を大きくでき、リフィル周波数を高くすることが可能となる。

【0029】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0030】本発明は、記録ヘッドの環境温度や自己昇温に影響されずにその吐出速度やリフィル速度を制御できるように、吐出にかかるインクの温度、すなわち、発熱素子近傍のインクの温度を制御する。そのため、以下に示す実施例では1回の吐出を行うために発熱素子に印加される駆動信号を複数の信号からなるものとする。そして、この駆動信号の先行する信号の波形を変調することによりインク温度を変化させ、吐出速度やリフィル速度を制御する。

【0031】なお、以下に示す実施例では、上記駆動信号をパルス形態とし、このパルスを2つのパルスに分割して複数の駆動信号とする。

【0032】まず、図1～図11を参照し、この分割パルスによる吐出量制御を例にとり、分割パルスのパルス

幅変調によるインク温度制御について説明する。

【0033】図1は本発明の一実施例にかかる分割パルスを説明するための図である。

【0034】図1において、 $V_{01}$ は駆動電圧、 $P_1$ は複数の分割されたヒートパルスの最初のパルス（以下、プレヒートパルスという）のパルス幅、 $P_2$ はインターバルタイム、 $P_3$ は2番目のパルス（以下、メインヒートパルスという）のパルス幅である。 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ は $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ を決めるための時間を示している。駆動電圧 $V_{01}$ は、この電圧を印加される電気熱変換体（発熱素子）がヒータボードと天板とによって構成されるインク液路内のインクに熱エネルギーを発生させるために必要な電気エネルギーを示すものの一つであり、その値は電気熱変換体の面積、抵抗値、膜構造や記録ヘッドの液路構造によって決まる。分割パルス幅変調駆動法は、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ の幅で順次パルスを与えるものであり、プレヒートパルスは、主にインク路内のインク温度を制御するためのパルスであり、本発明の吐出制御の重要な役割を荷っている。このプレヒートパルス幅 $P_1$ はその印加によって電気熱変換体が発生する熱エネルギーによってインク中に発泡現象が生じないような値に設定される。

【0035】インターバルタイムは、プレヒートパルスとメインヒートパルスが相互干渉しないように一定時間の間隔を設けるため、およびインク路内インクの温度分布を均一化するために設けられる。メインヒートパルスはインク路内のインク中に発泡を生ぜしめ、吐出口よりインクを吐出させるためのものであり、その幅 $P_3$ は電気熱変換体の面積、抵抗値、膜構造や記録ヘッドのインク液路の構造によって決まる。

【0036】例えば、図3（A）および（B）に示すような構造の記録ヘッドにおけるプレヒートパルスの作用について説明する。

【0037】図3（A）および（B）は、本発明を適用可能な記録ヘッドの一構成例を示すそれぞれインク路に沿った概略縦断面図および概略正面図である。

【0038】図3（A）および（B）において、1は上記分割パルスの印加によって熱を発生する電気熱変換体であり、電気熱変換体1は、これに分割パルスを印加するための電極配線等とともにヒータボード9上に配設される。ヒータボード9はシリコンにより形成され、記録ヘッドの基板をなすアルミ板11によって支持される。12は、インク路等を構成するための溝が形成された天板であり、天板12とヒータボード9（アルミ板11）とが接合することによりインク路3やこれにインクを供給する共通液室5が構成される。また、天板12には吐出口7が形成され、それぞれの吐出口7にはインク路3が連通している。

【0039】図3に示される記録ヘッドにおいて、駆動電圧 $V_{01}=18.0$ （V）、メインヒートパルス幅 $P$

$s = 4.114 [\mu \text{sec}]$  とし、プレヒートパルス幅  $P_1$  を  $0 \sim 3.000 [\mu \text{sec}]$  の範囲で変化させた場合、図4に示すような吐出量  $V_d$   $[\text{ng}/\text{dot}]$  とプレヒートパルス幅  $P_1$   $[\mu \text{sec}]$  との関係が得られる。

【0040】図4は吐出量のプレヒートパルス依存性を示す線図であり、以下、吐出量を例にとり吐出特性のプレヒートパルス依存性について説明する。図において、 $V_0$  は  $P_1 = 0 [\mu \text{sec}]$  のときの吐出量を示し、この値は図3に示すヘッド構造によって定まる。因に、本実施例での  $V_0$  は、環境温度  $T_a = 25^\circ\text{C}$  の場合で  $V_0 = 18.0 [\text{ng}/\text{dot}]$  であった。

【0041】図4の曲線aに示されるように、プレヒートパルスのパルス幅  $P_1$  の増加に応じて、吐出量  $V_d$  はパルス幅  $P_1$  が  $0$  から  $P_{1\text{sat}}$  まで線形性を有して増加し、パルス幅  $P_1$  が  $P_{1\text{sat}}$  より大きい範囲ではその変化が線形性を失い、パルス幅  $P_{1\text{sat}}$  で飽和し最大となる。

【0042】このように、パルス幅  $P_1$  の変化に対する吐出量  $V_d$  の変化が線形性を示すパルス幅  $P_{1\text{sat}}$  までの範囲は、パルス幅  $P_1$  を変化させることによる吐出量の制御を容易に行える範囲として有効である。因に、曲線\*

$$K_P = \frac{\Delta V_{dP}}{\Delta P_1} \quad [\text{ng}/\mu \text{sec} \cdot \text{dot}]$$

【0046】となる。この係数  $K_P$  は温度によらずヘッド構造・駆動条件・インク物性等によって定まる。すなわち、図4中曲線b、cは他の記録ヘッドの場合を示しており、記録ヘッドが異なるとその吐出特性が変化することが解かる。このように、記録ヘッドが異なると、プレヒートパルス  $P_1$  の上限値  $P_{1\text{sat}}$  が異なるため、後述されるように記録ヘッド毎の上限値  $P_{1\text{sat}}$  を定めて、吐出制御を行う。因に本実施例の曲線aで示される記録ヘッドおよびインクにおいては  $K_P = 3.209 [\text{ng}/\mu \text{sec} \cdot \text{dot}]$  であった。

【0047】すなわち、インクジェット記録ヘッドの吐出量を決定する別の要因として、記録ヘッドの温度（インク温度）がある。

【0048】図5は吐出量の温度依存性を示す線図である。図5の曲線aに示すように、記録ヘッドの環境温度  $T_a$  （＝ヘッド温度  $T_h$  ）の増加に対して吐出量  $V_d$  は直線的に増加する。この直線の傾きを温度依存係数と定義すると、温度依存係数：

【0049】

【数2】

$$K_T = \frac{\Delta V_{dT}}{\Delta T_h} \quad [\text{ng}/^\circ\text{C} \cdot \text{dot}]$$

【0050】となる。この係数  $K_T$  は駆動条件にはよらず、ヘッドの構造・インク物性等によって定まる。図5においても他の記録ヘッドの場合を曲線b、cに示す。

\* aに示す本実施例では  $P_{1\text{sat}} = 1.87 (\mu \text{s})$  であり、このときの吐出量は  $V_{1\text{sat}} = 24.0 [\text{ng}/\text{dot}]$  であった。また、吐出量  $V_d$  が飽和状態となるときのパルス幅  $P_{1\text{sat}}$  は、 $P_{1\text{sat}} = 2.1 [\mu \text{s}]$  であり、このときの吐出量  $V_{1\text{sat}} = 25.5 [\text{ng}/\text{dot}]$  であった。

【0043】パルス幅が  $P_{1\text{sat}}$  より大きい場合、吐出量  $V_d$  は  $V_{1\text{sat}}$  より小さくなる。この現象は、上記範囲のパルス幅を有するプレヒートパルスが印加されると電気熱変換体上に微小な発泡（膜沸騰の直前状態）を生じ、この気泡が消泡する前に次のメインヒートパルスが印加され、上記微小気泡がメインヒートパルスによる発泡を乱すことによって吐出量が小さくなることによる。この領域をプレ発泡領域と呼びこの領域ではプレヒートパルスを媒介した吐出量制御は困難なものとなる。

【0044】図4に示す  $P_1 = 0 \sim P_{1\text{sat}} [\mu \text{s}]$  の範囲の吐出量とパルス幅との関係を示す直線の傾きをプレヒートパルス依存係数と定義すると、プレヒートパルス依存係数：

【0045】

【数1】

因に本実施例の記録ヘッドにおいては  $K_T = 0.3 [\text{ng}/^\circ\text{C} \cdot \text{dot}]$  であった。

【0051】図2は本発明の一実施例に関し、主にパルス幅変調による吐出量制御を説明するための図であり、同図を参照して、吐出量の制御原理を説明する。

【0052】図2に示されるように、吐出量制御は以下の3つの態様で構成される。すなわち、記録ヘッドの温度  $T_h$  に応じて、

(1)  $T_h \leq T_0$  … 温度による吐出量制御

(2)  $T_0 < T_h \leq T_1$  … 分割パルス幅変調法による吐出量制御

(3)  $T_1 < T_h < T_c$  …  $P_1 = 0$  による非制御

ここで、 $T_h$  が  $T_c$  以上はインクジェット記録ヘッドの発泡限界を越えている領域とする。

【0053】このように、ヘッド温度  $T_h$  が比較的低い  $T_0$ （例えば  $25^\circ\text{C}$ ）以下では前述した記録ヘッドの温度によって吐出量の制御を行い、 $T_0$  以上の比較的高い温度では、図4にて説明したプレヒートパルスのパルス幅を変化させることによって、吐出量の制御を行う（以下、PWM制御ともいう）。

【0054】以上のようにヘッド温度に応じて吐出量制御の態様を変えるのは、比較的低温領域では、インク粘度が増す等の理由によってインクに熱を作用させたときの発泡が不安定になるため吐出そのものが適切に行われない場合があり、従って、パルス幅変調による吐出量制御が困難であるためである。そのために、ヘッド温度が



低い場合には予め温調によってヘッド温度を所定温度( $T_0$ )とし、これにより吐出量を一定の量に制御し、ヘッド温度が高い場合には、吐出の際のプレヒートパルスを変調することによって吐出量を制御する。

【0055】上述の温度 $T_0$ は温調によって目標とされる記録ヘッド温度であり、記録ヘッドがこの温度にあるとき、本例の吐出量制御において、目標とする吐出量 $V_{10}$ (例えば、30 [ng/dot])が得られる。また、図2に示される吐出量制御が限界となる温度 $T_1$ は、図4にした制御限界吐出量 $V_{11}$ が、図5に示した関係において対応する温度として設定することができる。

【0056】上記(1)の態様では図2の温調領域に対応し、上述したように主に低温環境で所定量の吐出量を確保するためのものであり、記録ヘッド温度(インク温度)を温調によって目標温度 $T_0$ に制御する。これにより、記録ヘッド温度 $T_H = T_0$ のときの吐出量 $V_{10}$ を得る。

【0057】なお、本実施例では、温調による前述の弊害(インク水分蒸発によるインク増粘、固着および温調リップル)を極力低減するために比較的低温の $T_0 = 25^\circ\text{C}$ としている。これは、例えば通常の使用環境ではほぼ室温が $20 \sim 25^\circ\text{C}$ に保たれており、記録ヘッド温度をほぼこの温度に保てば上記弊害を低減することができるからである。また、このときのプレヒートパルスのパルス幅 $P_1$ は $P_1 = P_{1111}$ と設定し、 $T_H = 25^\circ\text{C}$ で最大の吐出量 $V_{11}$ が得られるようにする。さらに、

(1)の制御態様、すなわち温調時の各パルス幅等は本実施例では後述の図6の1に示すように $P_1 = 1.87$  ( $\mu\text{sec}$ )、 $P_2 = 2.618$  ( $\mu\text{sec}$ )、 $P_3 = 4.114$  ( $\mu\text{sec}$ )とした。加えて、この状態は後述の図7に示すテーブルの1に対応する状態である。

【0058】制御態様(2)は、図2のパルス幅変調領域に対応するものである。この領域は吐出に伴う自己昇温や環境温度の高温化によって記録ヘッド温度が $T_0$ 以上の比較的高温にある領域(例えば $26^\circ\text{C} \sim 44^\circ\text{C}$ )であり、この温度を温度センサが検知し図7に示すテーブルに従ってプレヒートパルス幅 $P_1$ を変化させる。図7のテーブル番号の各々に対応するパルス幅の各状態を図6に示す。また、このときのパルス幅変調のシーケンスを図8に示す。本例の記録ヘッドの場合、パルス $P_1$ の幅の上限 $P_{1111}$ は図7のテーブル番号1で示されるOA [Hex]、すなわち、図6の1で示される値となる。この上限値は、後述されるようにテーブルポインタ情報によって設定される。

【0059】以下、図8のシーケンスを参照しながら、第2図に示されるパルス幅変調による吐出量制御について説明する。

【0060】図8に示すシーケンスは、例えば20 msec毎の割り込みによって起動されるものであり、ま

ず、ステップS81で記録ヘッド温度を検知する。次に、ステップS82では、温度センサに入る熱流束や電氣的ノイズによる温度の誤検知を防ぐために、過去3回のヘッド温度とステップS81で検知した温度の平均値 $T_1$ をヘッド温度 $T_H'$ とする処理を行う。次のステップS83ではこの平均値 $T_H' = T_1$ と前回得たヘッド温度 $T_H' = T_{H-1}$ とを比較する。ここでその差 $T_H - T_{H-1}$ が所定の温度ステップ幅 $\Delta T$ 、すなわち、パルス幅 $P_1$ を、図7に示すテーブル番号に対応した各段階のパルス幅の変化幅に相当する1単位パルス幅(0.187  $\mu\text{sec}$ )変化させたとき、吐出量が一定に保たれる温度の範囲内(すなわち、 $\pm \Delta T$ は図7に示す温度範囲 $\pm 1^\circ\text{C}$ ( $2^\circ\text{C}$ )に対応している)であれば、ステップS85でパルス幅 $P_1$ はそのままとし、この差が $+\Delta T$ よりも大きい場合はステップS86へ進み、図7のテーブルの参照するテーブル番号を1つ上げることにより、 $P_1$ を1つ下げて吐出量を低減し、またこの差が $-\Delta T$ よりも小さい場合は、ステップS84へ進み、テーブル番号を1つ下げることにより $P_1$ を1つ上げて吐出量を増大させ、常に吐出量が一定の量 $V_{10}$ となるよう制御する。上記処理で、温度変化に応じて変化させるパルス幅 $P_1$ の変化を1単位パルス幅とした理由はフィードバックの誤動作(センサの温度誤検知等)を防止して濃度ジャンプの発生を防止するためである。

【0061】以上のような制御を実施することで、目標吐出量 $V_{10}$ に対して、図7のテーブルによって管理できる温度範囲では $\pm \Delta V$ の範囲で吐出量制御が可能となる。吐出量の変化の様子は、例えば図2に示す矢印aのように変化する。

【0062】この範囲内での吐出量変動に収まると1枚の印字中に発生する濃度変動は、100%デューティの例えばベタ記録のような場合でも $\pm 0.02$ 程度に抑えられ、例えばシリアル記録方式に顕著な濃度ムラの発生・繁ざスジは問題とならない。なお、温度検知の平均回数を増やすとノイズ等に強くなり、よりなめらかな変化となるが、逆にリアルタイムでの制御では検知精度が損なわれ正確な制御ができなくなる。また、温度検知の平均回数を減らすとノイズ等に弱くなり急激な変化が発生するが、逆にリアルタイムでの制御では検知精度が高まり正確な制御が可能となる。

【0063】制御態様(3)は、図2に示す非制御領域に対応し、この温度範囲は、本来は記録ヘッドの通常印字の範囲外であって、あまり使用されない範囲であるが、記録ヘッドが、例えば100%デューティで記録した場合、この温度範囲まで昇温することがあり、このような場合に備え、この領域では、 $P_1 = 0$  ( $\mu\text{sec}$ )としてメインヒートパルスのシングルパルスのみで記録するようにして極力自己昇温を防止する。 $T_c$ はヘッドの使用限界温度を示している。

【0064】本実施例では、図7のテーブルを用い、図



13

8に示したシーケンスを実施することで、ヘッド温度 $T_s = 46^\circ\text{C}$ まで $V_{d0} = 3.0 \text{ [ng/dot]}$ を中心に $\Delta V = \pm 0.3 \text{ [ng/dot]}$ の変動範囲で吐出量制御が可能となった。

【0065】上記実施例に用いることが可能な記録ヘッドのヒータボードを図9に示す。ヒータボード上には、温度センサ、温調ヒータ、吐出ヒータ等が配置される。

【0066】図9はヒータボードの概略上面図であり、図において、温度センサ20Aおよび20BはSi基板9上において複数の吐出ヒータ1の配列の左右側にそれぞれ配設される。これら吐出ヒータ1、温度センサ20A、20Bは、同様にヒータボードの左右に配設される温調ヒータ30A、30Bとともにパターン配置され、半導体プロセス工程で一括形成される。なお、本例では、温度センサが検知する温度については、温度センサ20Aと20Bとが検出する温度の平均値を検知温度としている。

【0067】図10に、本発明の吐出量制御方法を採用したインクジェット記録装置を示す。この装置は交換可能な記録ヘッドを黒(Bk)、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)4色のインクに対応して備えたフルカラーシリアルタイプのプリンタである。本プリンタに使用したヘッドは、解像度400dpi、駆動周波数4KHzで、128個の吐出口を有している。

【0068】図10において、CはY、M、C、Bkの各インクに対応した4個の記録ヘッドカートリッジであり、記録ヘッドとこれにインクを供給するインクを貯留したインクタンクとが一体に形成されている。各記録ヘッドカートリッジCはキャリッジに対して不図示の構成によって着脱自在に装着される。キャリッジ2は、ガイド軸11に沿って摺動可能に係合し、また、不図示の主走査モータによって移動する駆動ベルト52の一部と接続する。これにより、記録ヘッドカートリッジCはガイド軸11に沿った走査のための移動が可能となる。15、16および17、18は記録ヘッドカートリッジCの走査による記録領域の図中奥側および手前側においてガイド軸11とはほぼ平行に延在する搬送ローラである。搬送ローラ15、16および17、18は不図示の副走査モータによって駆動され記録媒体Pを搬送する。この搬送される記録媒体Pは記録ヘッドカートリッジCの吐出口面が配設された面に対向し記録面を構成する。

【0069】記録ヘッドカートリッジCによる記録領域に隣接するカートリッジCの移動可能な領域に臨んで回復系ユニットが設けられる。回復系ユニットにおいて、300は記録ヘッドを有する複数のカートリッジCにそれぞれ対応して設けたキャップユニットであり、キャリッジ2の移動に伴って図中左右方向にスライド可能であるとともに、上下方向に昇降可能である。そしてキャリッジ2がホームポジションにあるときには、記録ヘッド部と接合してこれをキャッピングする。また、回復系

14

ユニットにおいて、401および402は、それぞれワイピング部材としての第1および第2ブレード、403は第1ブレード401をクリーニングするために、例えば吸収体となるブレードクリーナである。

【0070】さらに、500はキャップユニット300を介して記録ヘッドの吐出口およびその近傍からインク等を吸収するためのポンプユニットである。

【0071】図11は上記インクジェット記録装置における制御系の構成例を示すブロック図である。

【0072】ここで、800は主制御部をなすコントローラであり、図8にて上述したシーケンス等を実行する例えばマイクロコンピュータ形態のCPU801、その手順に対応したプログラムや図7に示したテーブル、ヒートパルスの電圧値、パルス幅その他の固定データを格納したROM803、および画像データを展開する領域や作業用の領域等を設けたRAM805を有する。810は画像データの供給源をなすホスト装置(画像読取りのリーダ部であってもよい)であり、画像データその他コマンド、ステータス信号等はインターフェース(I/F)812を介してコントローラと送受信される。

【0073】820は電源スイッチ822、記録(コピー)開始を指令するためのコピースイッチ824および大回復の起動を指示するための大回復スイッチ826等、操作者による指令入力を受容するスイッチ群である。830はホームポジションやスタートポジション等キャリッジ2の位置を検出するためのセンサ832、およびリーフスイッチ530を含みポンプ位置検出のために用いるセンサ834等、装置状態を検出するためのセンサ群である。

【0074】840は記録データ等に応じて記録ヘッドの電気熱変換体を駆動するためのヘッドドライバである。また、ヘッドドライバの一部は温度ヒータ30A、30Bを駆動することにも用いられる。さらに、温度センサ20A、20Bから温度検出値はコントローラ800に入力する。850はキャリッジ2を主走査方向(図10の左右方向)に移動させるための主走査モータ、852はそのドライバである。860は副走査モータであり、記録媒体を搬送(副走査)するために用いられる。

【0075】上述のインクジェット記録装置は、4色のインク、シアン・マゼンタ・イエロー・ブラック各色について記録ヘッドカートリッジを具え、これら各記録ヘッドカートリッジには情報記憶用のEEPROM128が設けられている。ROM128に格納された情報は、インクジェット記録装置の電源投入時に読み出される。ROMデータとしては、記録ヘッドのID番号、インク色、駆動条件、ヘッドシェイディング(HS)、データとともにPWM制御の制御条件を格納したテーブルのテーブルポインタ(以下、テーブル番号ともいう)を読みとる。このテーブルポインタは各ヘッド毎にその吐出量能力に応じて設定されている。このテーブルポインタに

従って、本体側では分割パルス幅変調駆動法におけるプレヒートパルス $P_1$ の幅の上限値を定める。すなわち、図6、7に示した例では、テーブルポインタ(番号)が設定されており、これにより $P_1$ の最大幅が“OA”(1.87 $\mu$ sec)に定められる。

【0076】以下、ROM128に格納されたヘッド情報読み込み処理を簡単に説明する。

【0077】最初に、記録ヘッドの持つヘッド固有のID番号(シリアル番号)、の読み込みをし、そのシリアル番号の値が例えば、FFFFHか調べる。シリアル番号がFFFFHならばヘッドないしと判断しエラーとなる。シリアル番号がFFFFHでなければヘッドのもつ色情報を読みとる。次に、そのヘッドが色ごとに指定されている正規の位置に装着されているかを色情報から調べ、正しく装着されていればそのまま次のデータを読み、誤装着していればヘッド位置違いエラーを表示する。

【0078】次に、装着されている記録ヘッドカートリッジが新しいものかをヘッドのシリアル番号と現在本体側に記憶されているシリアル番号とを比べることにより調べる。新規のヘッドでなければヘッド情報読み込み処理は終了である。新規のヘッドであれば新規のヘッド情報(シリアル番号、色情報、メインパルス $P_1$ のパルス幅、PWM制御のテーブルポインタ、温度センサー補正值、ヘッド位置補正值、製造年月日、その他の情報)を装置内のRAM805に記憶し、新規ヘッドが装着されていることを示すフラグをセットする。次に、ヘッドのシェーディング情報(HS)を読み込んで、ヘッド情報読み込み処理を終了する。

【0079】次に、記録ヘッドの駆動条件の設定について簡単に説明する。

【0080】ここで、駆動条件とは吐出に関与するメインパルス $P_1$ を示すものであり、上述のように電源投入時には、ヘッドのROM情報としてID番号、色情報、パルス $P_1$ に関するテーブルポインタ等とともにヘッド駆動条件としてパルス $P_1$ のテーブルポインタが読みとられる。このテーブルポインタに従って、本体側では後述する分割パルス幅変調駆動制御のメインヒートパルス $P_1$ 幅を定める。

【0081】パルス $P_1$ のテーブルポインタ情報は、予めヘッドの製造工程上で各ヘッドの吐出特性測定を行うことにより各ヘッドに最適な駆動条件を設定し、記録ヘッドのROM128に情報として記憶させておく。

【0082】以上のように、ヘッド駆動条件設定用のテーブルポインタをヘッドのROM情報として読み込むことによって本体側の設定条件(駆動条件)を変えることができ、これによって、ヘッド毎の吐出特性バラツキを吸収することが可能となり、交換式記録ヘッドを用いた本例のような場合でも簡単に画質の安定化が可能となる。

【0083】プレヒートパルスに関するテーブルポインタ情報も上記テーブルポインタと同様に設定されるものであり、以下、これについて簡単に説明する。

【0084】予めヘッドの製造工程上で各ヘッドの吐出量測定を標準駆動条件(例えば、ヘッド温度: $T_H=25.0(^{\circ}\text{C})$ の環境で駆動電圧: $V_{DP}=18.0(\text{V})$ の時に、 $P_1=4.87(\mu\text{sec})$ で $P_2=4.114(\mu\text{sec})$ のパルスを与える)で行い、その値を測定吐出量: $V_{D_H}$ とする。次に、標準吐出量: $V_{D_0}=30.0[\text{ng/dot}]$ との差を $V_{D_0}-V_{D_H}$ を求め、これに基づいてテーブルポインタを設定する。このように各記録ヘッドの特性による吐出量の多少によってプレヒートパルスの上限をランク分けしこのランクをテーブルポインタ情報としてROM128に記憶させておく。

【0085】なお、このような吐出量によるランク分けは、その1ランクの範囲を、図6、7に示したプレヒートパルス幅 $P_1$ の1テーブルの変化分 $\pm\Delta V$ と等しくしてある。

【0086】上述したプレヒートパルス $P_1$ に関するテーブルポインタ設定においては、吐出量の多い記録ヘッドでは、環境温度(ヘッド温度)が標準温度、例えば $5.0^{\circ}\text{C}$ の時のプレヒートパルス幅 $P_1$ の上限値を標準駆動条件の上限値(例えば $P_1=1.87\mu\text{sec}$ )より短くして吐出量を少なくし、標準吐出量 $V_{D_0}=30.0[\text{ng/dot}]$ に近づけるようにする。

【0087】逆に、吐出量の少ない記録ヘッドでは、環境温度が標準温度の時のプレヒートパルス幅 $P_1$ の値を標準駆動条件より長くして吐出量を多くし、標準吐出量 $V_{D_0}=30.0[\text{ng/dot}]$ に近づけるようにする。

【0088】以上のように、プレヒートパルス $P_1$ のPWM制御を行うためのテーブルポインタをヘッドのROM情報として読み込むことによって本体側の設定条件(駆動条件)を変えることができ、ヘッド毎の吐出量バラツキを吸収することが可能となり、交換式記録ヘッドを用いた本体でも容易に画質の安定化が可能となったばかりかヘッドの歩留りを向上させカートリッジヘッドのコストをも低減させることが可能となる。

【0089】以上、図1～図11を参照して説明したように、発熱素子の駆動信号としての分割パルスの最初のパルスを変調させることにより、吐出量を安定化できる一方で、記録ヘッドの温度を効率的に制御することも可能となる。そして、その記録ヘッド温度の制御幅を、例えば図2に示すように $T_0$ から $T_1$ まで比較的広いものとするができる。

【0090】ところで、インクの吐出速度とインク温度との関係は、一般に図12に示すようなものとなる。すなわち、温度が高い程、吐出速度は大きくなり、ある温度までは、インク温度の増加に対して吐出速度は線形的に増加する。このようなインク温度と吐出速度との関係

17

は以下のように説明することができる。

【0091】すなわち、吐出速度を $V_{ink}$ 、吐出量を $M_{ink}$ 、発熱素子が発生する熱によってインク中に生成する気泡の体積を $V$ とすると、以下の式が成り立つ。

【0092】

$$【数3】 V_{ink} = k (\partial V / \partial t) / M_{ink}$$

ここで、 $k$ は比例定数、 $\partial / \partial t$ は時間に関する偏微分である。

【0093】上式から理解されるように、吐出速度は、気泡の膨張速度に比例し吐出量に反比例する。従って、例えば、吐出量を少なくし、および／または気泡の膨張速度を大きくすると、吐出速度は大きくなる。ここで、吐出量を少なくすること（変化させること）は、図1～図11を参照して説明したように、濃度むら等を発生するため好ましくないため、前述したように吐出量を安定化する制御が行われるのが一般的である。故に、インクの吐出速度は気泡の膨張速度によって決定されることが多い。そして、この気泡の膨張速度はインク温度（記録ヘッド温度）によって異なる。

【0094】図13は気泡の生成時間 $t$ と気泡の体積 $V$ との関係を示す線図である。

【0095】同図中、曲線a、bは、駆動信号が分割されないシングルパルスで、記録ヘッド温度がそれぞれ25℃、40℃の場合を示している。これから解るように、気泡の体積 $V$ が増加していくとき（膨張するとき）、曲線の傾き、すなわち膨張速度は、記録ヘッド温度が相対的に高い場合の曲線bの方が大きい。

【0096】以上のことから、記録ヘッドの温度、すなわち、インク路や共通液室を満たすインクの温度が高い程吐出速度が大きいという、図12に示した関係を説明することができる。

【0097】ところが、以上のように記録ヘッドの温度を高くすれば、吐出速度を大きくすることができるが、図13に示されるように、吐出速度を高くできる場合の曲線bの方が、気泡体積 $V$ が減少する速度（収縮速度）が小さく気泡の消泡時間が長くなる。この結果、リフィル周波数が低下して前述したような問題を生ずることになる。

【0098】このような現象は、曲線bの場合の方が、気泡の周囲のインクの温度が高いために消泡の時間が長くなるということで説明できる。

【0099】そこで、本発明では、記録ヘッドの温度、すなわち、気泡が収縮過程にあるときの気泡周囲のインク温度を低く抑えたまま、吐出にかかるインクの温度を上昇させて吐出速度を大きくするようにする。

【0100】図14は発熱素子を駆動するパルスと気泡体積の時間的変化との関係を示す線図である。

【0101】図14において、発熱素子にシングルパルスAを印加する場合、Aで示される破線および実線のように、発熱素子温度および気泡体積がそれぞれ時間の経

18

過 $t$ とともに変化する。すなわち、時点 $t_0$ で駆動パルスが立ち上がり、 $t_{0.1}$ で膜沸騰が始まり気泡は膨張を開始する。その後、 $t_2$ で上記駆動パルスは立ち下がるが、気泡の体積は増加し続け、所定時点 $t_{0.11}$ でその体積は最大となり、その後、収縮し始め時点 $t_{0.1}$ で消泡する。ダブルパルスBを印加した場合も、気泡体積は同様に変化する。

【0102】ここで、シングルパルスAを印加した場合と、ダブルパルスBを印加した場合について消泡時間（気泡体積が最大のときから消泡するまでの時間）および膨張時間（膨張開始から気泡体積最大までの時間）を比較すると、消泡時間がほぼ等しいとした場合、膨張時間はダブルパルスBを印加した場合の方が短い。すなわち膨張速度が大きくなる。この様子は図13の曲線aとcとの比較によって示すことができる。

【0103】従って、同一の消泡時間とした場合でも、ダブルパルスを印加した場合の方が吐出速度をより高くすることができる。これは、ダブルパルスの最初のパルスによって吐出にかかるインクの温度が高められるためであり、これにより、吐出速度を大きくすることができる。従って、この最初のパルスの幅 $P_1$ を変調することにより、吐出速度を制御することが可能となる。

【0104】また、このダブルパルスで発熱素子を駆動した場合には、図1～図11にて説明したように、記録ヘッド温度を比較的容易に制御できるため、記録ヘッドの温度を低くし消泡時間を短くできると同時に、吐出量の安定化を行うこともできる。

【0105】ところで、上述したダブルパルス（分割パルス）について、記録ヘッドの駆動条件や被記録媒体上の画像形成の条件に対して、そのパルス幅の好ましい設定方法について説明する。

【0106】1) 信号 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ について検討すると、従来のダブルパルスは単に $P_1$ 、 $P_3$ の信号を入れることを考慮したものであるため、与えられた休止間隔を一定にすることが前提となっている。ところが、前加熱量（ $P_1$ ）を変化させるとき、休止時間 $P_2$ 一定とすると、前加熱量（ $P_1$ ）が、実際の発泡時パルス $P_3$ に影響を与えやすく不安定な要素となってしまった。

【0107】本発明では、この点を考慮した結果、前加熱のパルスの印加時間 $P_1$ に対して、休止間隔の時間 $P_2$ は $P_1 \leq P_2$ を満足することで印加パルス $P_1$ による段階的な階調領域を広げることができ、その所望条件を効率よく達成できる。加えて、時間 $P_2$ は、パルス $P_3$ の印加時間 $P_3$ に対して、 $P_2 < P_3$ を満足することで、与えられた装置の駆動周期内で効率よい所望のインク滴形成を達成できる。 $P_2 \geq P_3$ であると、相対的に前加熱（ $P_1$ ）と気泡形成（ $P_3$ ）とのバランスが安定しずらく、インク滴のばらつきが大きくなってしまう。

【0108】従って、実質装置においては、 $P_1 \leq P_2 < P_3$ を満足することが最も好ましいことになる。この

19

ダブルパルスにおいて、熱エネルギーを用いて気泡形成を行う場合、発熱抵抗の層厚、抵抗値はある程度限定された範囲内になることが最近の装置においては当業者の知るところであり、電圧値も15(V)ないし30(V)の範囲で設定される。上記条件 $P_1 \leq P_2 < P_3$ はこの電圧値の範囲内で特に有効であり、又、最大駆動周波数も5KHz以上、好ましくは8KHz以上、さらに理想的には10KHz以上の高周波域に対して極めて優れた効果を奏する。

【0109】又、 $P_3$ の値を検討しても気泡形成の安定化から、 $1\mu\text{sec} \leq P_3 \leq 5\mu\text{sec}$ を満足することで、上記条件 $P_1 \leq P_2 < P_3$ は極めて有効な効果が得られる。

【0110】2) 被記録媒体に応じた吐出量規定寸法について以下説明する。

【0111】インク吐出量 $V_d(p_1/d_{p1})$ は、画素密度と、被記録媒体のインク滲み率(エリアファクターを考慮したもの)とによって決定されると言える。例えば、400dpiの画素密度でベタ記録を可能とするには、被記録媒体に対して約 $8\text{nl/mm}^2$ のインク打込み量を必要とする。このため、1回または数回でこの打込み量を確保するには、吐出量 $V_d$ は $5 \sim 50(p_1/d_{p1})$ となる。

【0112】従って、より具体的な装置設定としては、上記 $P_1 \leq P_2 < P_3$ を満足しつつ上記吐出量 $V_d$ を得られるように、 $P_1$ を変更することで、被記録媒体や記録方法に適した駆動条件は容易に設定できる。

【0113】3) 駆動周波数の最大範囲について述べる。

【0114】駆動周波数 $f$ (KHz)は、記録速度やリフィル特性等によって定まるが、上記条件1)で吐出量が設定されると、これに応じて駆動周波数も定まる。すなわち、吐出量が少なければ、駆動周波数は高くなり、多ければ低くなる。この結果、 $V_d$ が $5 \sim 50$ となるの範囲を考慮すれば、駆動周波数 $f$ は、2KHz $\sim$ 20KHzの範囲となる。

【0115】4) 記録ヘッドの吐出数を $n_s$ とし、この $n_s$ 個の吐出口から吐出を行うための駆動方式がブロック駆動(各ブロック毎に順次吐出を行なって行く; ブロック数:  $n_b$ , セグメント数(吐出口数/ブロック):  $N_{seg}$ )の場合を考慮する。

【0116】ここで、上記ダブルパルスのパルス幅 $P_d$ を $P_d = P_1 + P_2 + P_3$ と定義すれば、 $P_d$ の最大は、理論上 $T/n_s$ ( $T$ : 駆動周期)とすることができ。しかし、 $P_d = T/n_s$ とした場合、各ブロックの駆動の間に電氣的なクロストークを生じ、インク中に不必要な発泡を生じることがある。あるいは、駆動ブロック切換えのためのトランジスタのスイッチング時間を必要とする。このため、各ブロックの駆動の間にパルスの休止時間を必要とする。この時間を $\alpha$ とすれば、1つの

20

ダブルパルスに必要な時間 $P_s$ は $P_d + \alpha$ となる。

【0117】従って、上記条件1)~5)の下で、 $P_s$ の最大( $P_s$ ) $_{max}$ は( $P_s$ ) $_{max} = T/N_s = 1/(n_s f)$ であり、また、 $P_d < 1/(n_s f)$ となる。例えば、条件3)より $2 \leq f \leq 20$ であるから、駆動周波数がこの範囲にあるとき、 $P_d < (2n_s)$ となる。ここで、8個の吐出口で1ブロックとすると、吐出口の数 $n_s$ がそれぞれ64個、128個、256個であれば、 $n_s$ はそれぞれ8、16、32となる。また、分割駆動を行わない場合は、吐出口の数にかかわらず、 $n_s = 1$ となる。従って、例えば $n_s = 8$ のとき上記駆動周波数の範囲では、 $P_d < 1/(2 \times 8)_{max}$ 、すなわち、 $6.25\mu\text{sec} < P_d < 62.5\mu\text{sec}$ となる。

【0118】同様に、それぞれ $5 \leq f (\leq 20)$ のとき $P_d < 1/(5n_s)$ 、 $8 \leq f (\leq 20)$ のとき、 $P_d < 1/(8n_s)$ 、 $10 \leq f (\leq 20)$ のとき $P_d < 1/(10n_s)$ となる。

【0119】また、上述のように、 $P_d = P_1 + P_2 + P_3 < 1/(n_s f)$ の関係を満たす $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ の間には以下のような関係がある。

【0120】1)  $P_1$ がどんなに小さくても、発泡するに十分な大きさの $P_3$ が必要なこと。2)  $P_1$ の最大値は、 $P_1$ のパルスのみで発泡をしないこと。3) 休止パルス幅 $P_2$ は、( $P_s$ ) $_{max}$ の範囲を越えない条件ででき得る限り長いことが望ましい。

【0121】次に、上記実施例で説明した吐出速度制御を、被記録媒体の材質に応じて記録ヘッドと被記録媒体との距離(以下、紙間距離ともいう)を変変としたインクジェット記録装置に適用した例について説明する。

【0122】例えば、コート紙を使用する場合は紙間距離を比較的短くでき、普通紙やOHP用紙などのインク吸収性に劣るものについてはコックリングやビーディングなどにより記録ヘッドと被記録媒体との接触が発生し易くなるため紙間距離を大きくする。このような場合、コート紙の場合は紙間距離=0.7mm、吐出速度=12m/sとし、普通紙等の場合は紙間距離=1.2mm、吐出速度=16m/sに設定する。

【0123】このような吐出速度の制御は、図1~図11で説明した記録ヘッド温度の制御によって記録ヘッドの温度を設定し、さらにダブルパルスの最初のパルスを変調させることにより行うことができる。

【0124】以上のように、紙間距離が大きい場合は吐出速度を大きくすることにより、吐出インク滴の着弾位置のずれ等が生じないようにし、着弾精度の低下を防止することができる。

【0125】次に、本発明をモノクロプリンタに適用した場合の一構成例について説明する。

【0126】このプリンタは、着脱自在に装着される交換式の記録ヘッドを用いる構成である。従って、記録ヘ

ッドが装着されるプリンタの使用条件等によって、その記録ヘッドに最適なりフィル周波数を設定することが望ましい。例えば、モノクロプリンタの中でも駆動周波数の比較的低い（記録速度の遅い）ものの場合、リフィル周波数は比較的低くてもよい。このため記録ヘッド温度を低くせずに、ダブルパルスのパルス幅変調によって吐出速度を制御することができる。

【0127】なお、上記実施例では、ダブルパルスのプレヒートパルス制御することにより、インク温度を制御し、これにより、吐出速度の制御を行うものとしたが、吐出速度の制御は、上例に限られず、例えば、レーザー光をインクに照射することによって行うこともできる。この場合、記録ヘッドの天板等の一部を透明とし、この部分を介してインクにレーザー光を照射することにより、インクの温度、粘性、表面エネルギーを変化させて吐出速度を制御することができる。

【0128】（その他）なお、本発明は、特にインクジェット記録方式の中でも、インク吐出を行わせるために利用されるエネルギーとして熱エネルギーを発生する手段（例えば電気熱変換体やレーザー光等）を備え、前記熱エネルギーによりインクの状態変化を生起させる方式の記録ヘッド、記録装置において優れた効果をもたらすものである。かかる方式によれば記録の高密度化、高精細化が達成できるからである。

【0129】その代表的な構成や原理については、例えば、米国特許第4723129号明細書、同第4740796号明細書に開示されている基本的な原理を用いて行うものが好ましい。この方式は所謂オンデマンド型、コンティニュアス型のいずれにも適用可能であるが、特に、オンデマンド型の場合には、液体（インク）が保持されているシートや液路に対応して配置されている電気熱変換体に、記録情報に対応して核沸騰を越える急速な温度上昇を与える少なくとも1つの駆動信号を印加することによって、電気熱変換体に熱エネルギーを発生せしめ、記録ヘッドの熱作用面に膜沸騰を生じさせて、結果的にこの駆動信号に一对一で対応した液体（インク）内の気泡を形成できるので有効である。この気泡の成長、収縮により吐出用開口を介して液体（インク）を吐出させて、少なくとも1つの滴を形成する。この駆動信号をパルス形状とすると、即時適切に気泡の成長収縮が行われるので、特に応答性に優れた液体（インク）の吐出が達成でき、より好ましい。このパルス形状の駆動信号としては、米国特許第4463359号明細書、同第4345262号明細書に記載されているようなものが適している。なお、上記熱作用面の温度上昇率に関する発明の米国特許第4313124号明細書に記載されている条件を採用すると、さらに優れた記録を行うことができる。

【0130】記録ヘッドの構成としては、上述の各明細書に開示されているような吐出口、液路、電気熱変換体

の組合せ構成（直線状液流路または直角液流路）の他に熱作用部が屈曲する領域に配置されている構成を開示する米国特許第4558333号明細書、米国特許第4459600号明細書を用いた構成も本発明に含まれるものである。加えて、複数の電気熱変換体に対して、共通するスリットを電気熱変換体の吐出部とする構成を開示する特開昭59-123670号公報や熱エネルギーの圧力波を吸収する開孔を吐出部に対応させる構成を開示する特開昭59-138461号公報に基いた構成としても本発明の効果は有効である。すなわち、記録ヘッドの形態がどのようなものであっても、本発明によれば記録を確実に効率よく行うことができるようになるからである。

【0131】さらに、記録装置が記録できる記録媒体の最大幅に対応した長さを有するフルラインタイプの記録ヘッドに対しても本発明は有効に適用できる。そのような記録ヘッドとしては、複数記録ヘッドの組合せによってその長さを満たす構成や、一体的に形成された1個の記録ヘッドとしての構成のいずれでもよい。

【0132】加えて、上例のようなシリアルタイプのもので、装置本体に固定された記録ヘッド、あるいは装置本体に装着されることで装置本体との電気的な接続や装置本体からのインクの供給が可能になる交換自在のチップタイプの記録ヘッド、あるいは記録ヘッド自体に一体的にインクタンクが設けられたカートリッジタイプの記録ヘッドを用いた場合にも本発明は有効である。

【0133】また、本発明の記録装置の構成として、記録ヘッドの吐出回復手段、予備的な補助手段等を付加することは本発明の効果を一層安定できるので、好ましいものである。これらを具体的に挙げれば、記録ヘッドに対してのキャッピング手段、クリーニング手段、加圧或は吸引手段、電気熱変換体或はこれとは別の加熱素子或はこれらの組み合わせを用いて加熱を行う予備加熱手段、記録とは別の吐出を行なう予備吐出手段を挙げることができる。

【0134】また、搭載される記録ヘッドの種類ないし個数についても、例えば単色のインクに対応して1個のみが設けられたものの他、記録色や濃度を異にする複数のインクに対応して複数個数設けられるものであってもよい。すなわち、例えば記録装置の記録モードとしては黒色等の主流色のみの記録モードだけではなく、記録ヘッドを一体的に構成するか複数個の組み合わせによるかいずれでもよいが、異なる色の複色カラー、または混色によるフルカラーの各記録モードの少なくとも一つを備えた装置にも本発明は極めて有効である。

【0135】さらに加えて、以上説明した本発明実施例においては、インクを液体として説明しているが、室温やそれ以下で固化するインクであって、室温で軟化もしくは液化するものを用いてもよく、あるいはインクジェット方式ではインク自体を30℃以上70℃以下の範囲

内で温度調整を行ってインクの粘性を安定吐出範囲にあるように温度制御するものが一般的であるから、使用記録信号付与時にインクが液状をなすものを用いてもよい。加えて、熱エネルギーによる昇温を、インクの固形状態から液体状態への状態変化のエネルギーとして使用せしめることで積極的に防止するため、またはインクの蒸発を防止するため、放置状態で固化し加熱によって液化するインクを用いてもよい。いずれにしても熱エネルギーの記録信号に応じた付与によってインクが液化し、液状インクが吐出されるものや、記録媒体に到達する時点ではすでに固化し始めるもの等のような、熱エネルギーの付与によって初めて液化する性質のインクを使用する場合も本発明は適用可能である。このような場合のインクは、特開昭54-56847号公報あるいは特開昭60-71260号公報に記載されるような、多孔質シート凹部または貫通孔に液状又は固形物として保持された状態で、電気熱変換体に対して対向するような形態としてもよい。本発明においては、上述した各インクに対して最も有効なものは、上述した膜沸騰方式を実行するものである。

【0136】さらに加えて、本発明インクジェット記録装置の形態としては、コンピュータ等の情報処理機器の画像出力端末として用いられるものの他、リーダ等と組合せた複写装置、さらには送受信機能を有するファクシミリ装置の形態を採るもの等であってもよい。

【0137】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば複数の信号よりなる駆動信号のうち先行する信号の波形を変調することによって、インクに発生する気泡の膨張速度を制御することができ、これによりインク吐出速度を制御することが可能となる。また、上記先行する信号の変調によって吐出されるインクの温度を局部的に制御することができ、これにより、気泡が収縮する際の気泡周囲のインクの温度を、吐出速度や吐出量の制御等と関係なく低く設定できる。この結果、収縮速度を大きくでき、リフィル周波数を高くすることが可能となる。

【0138】この結果、記録ヘッドの温度が環境温度や自己昇温によって変化しても、吐出速度やリフィル周波数を良好に制御でき、高品位の画像を記録することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例にかかる分割パルスのパルス幅変調駆動法のパルス波形を示した図である。

【図2】本発明の一実施例にかかる吐出量制御方法を説明するための説明図である。

【図3】(A)および(B)は実施例で用いた記録ヘッドのそれぞれ断面図および正面図である。

【図4】本発明にかかる吐出量とパルス幅との関係を示す線図である。

【図5】本発明にかかる吐出量とヘッド温度との関係を示す線図である。

【図6】本発明の一実施例にかかりテーブルに設定したパルスの波形図である。

【図7】本発明の一実施例に関しヘッド温度とこれに対応したプレヒートパルスの変調制御テーブルを示す説明図である。

【図8】本発明の一実施例にかかるパルス幅変調シーケンスのフローチャートである。

【図9】本発明の一実施例に用いたヒータボードの概略上面図である。

【図10】本発明の一実施例にかかるフルカラープリンタの斜視図である。

【図11】上記プリンタの制御構成を示すブロック図である。

【図12】インク温度と吐出速度との関係を示す線図である。

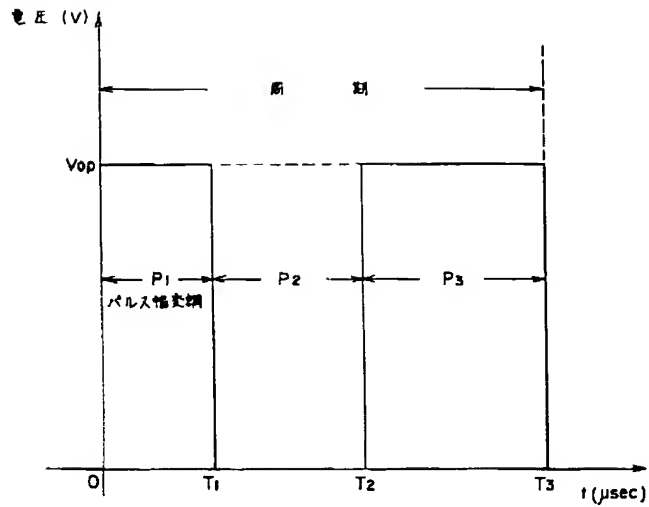
【図13】インク中に発生した気泡の生成過程を示す線図である。

【図14】発熱素子に印加する駆動パルスに対する発熱素子温度と気泡体積の変化を示す線図である。

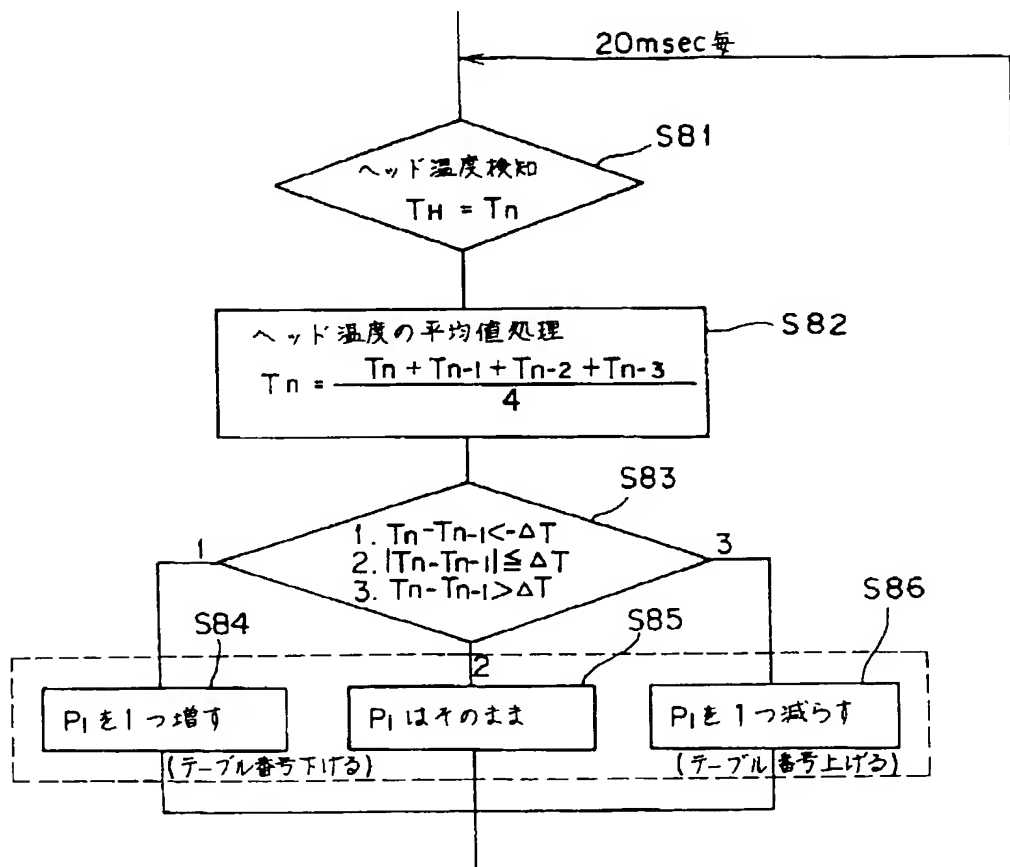
【符号の説明】

- 1 電気熱変換体(吐出ヒータ)
- 2 キャリッジ
- 3 インク液路
- 7 吐出口
- 9 ヒータボード(Si基板)
- 11 アルミ板
- 20A, 20B 温度センサ
- 30A, 30B 温調用ヒータ
- 801 CPU
- 803 ROM
- 805 RAM

【図1】

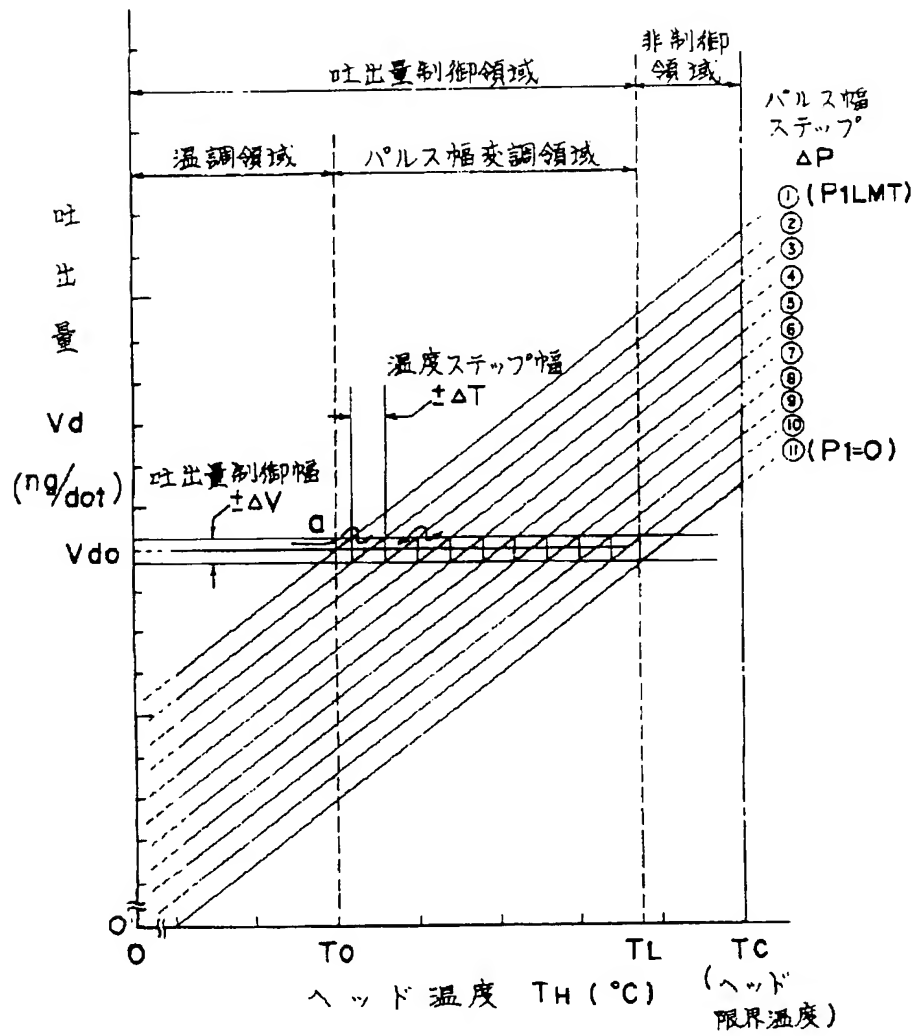


【図8】





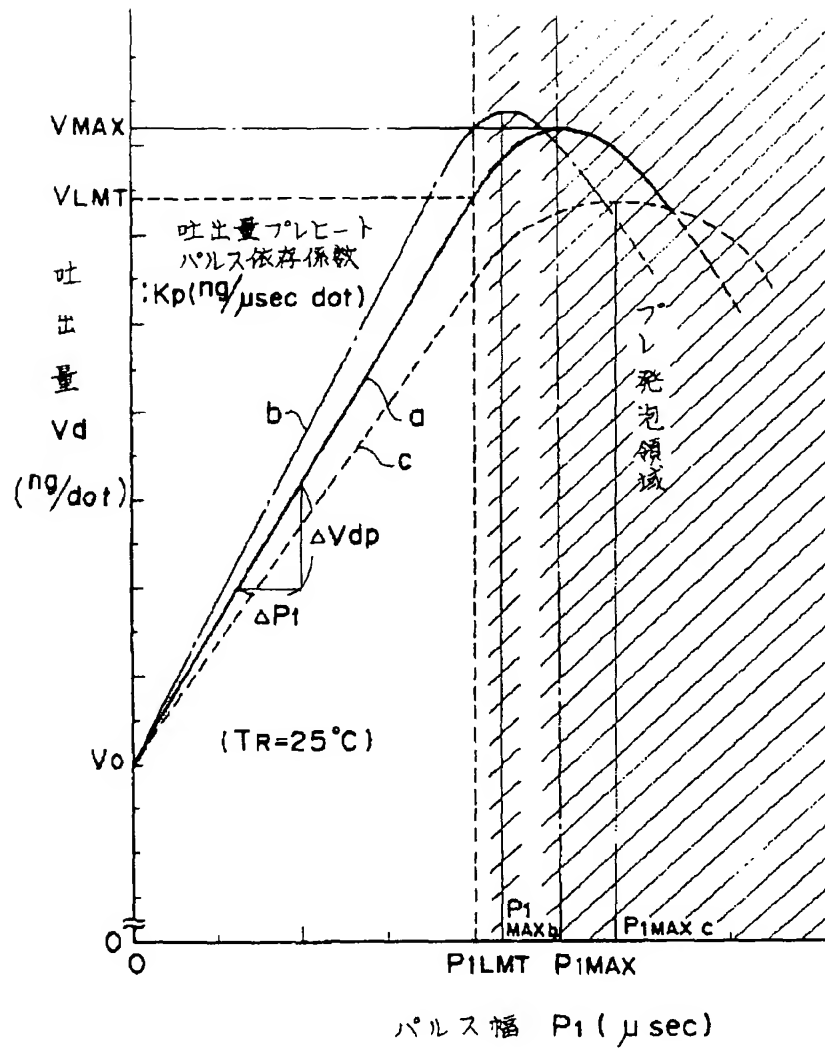
【図2】



(A)

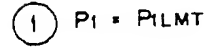


【図4】





パルス幅ステップ  
 $\Delta P = 0.187 (\mu s)$



②

3

(4)

(5)

(6)

(7)

(3)

⑤

①

○

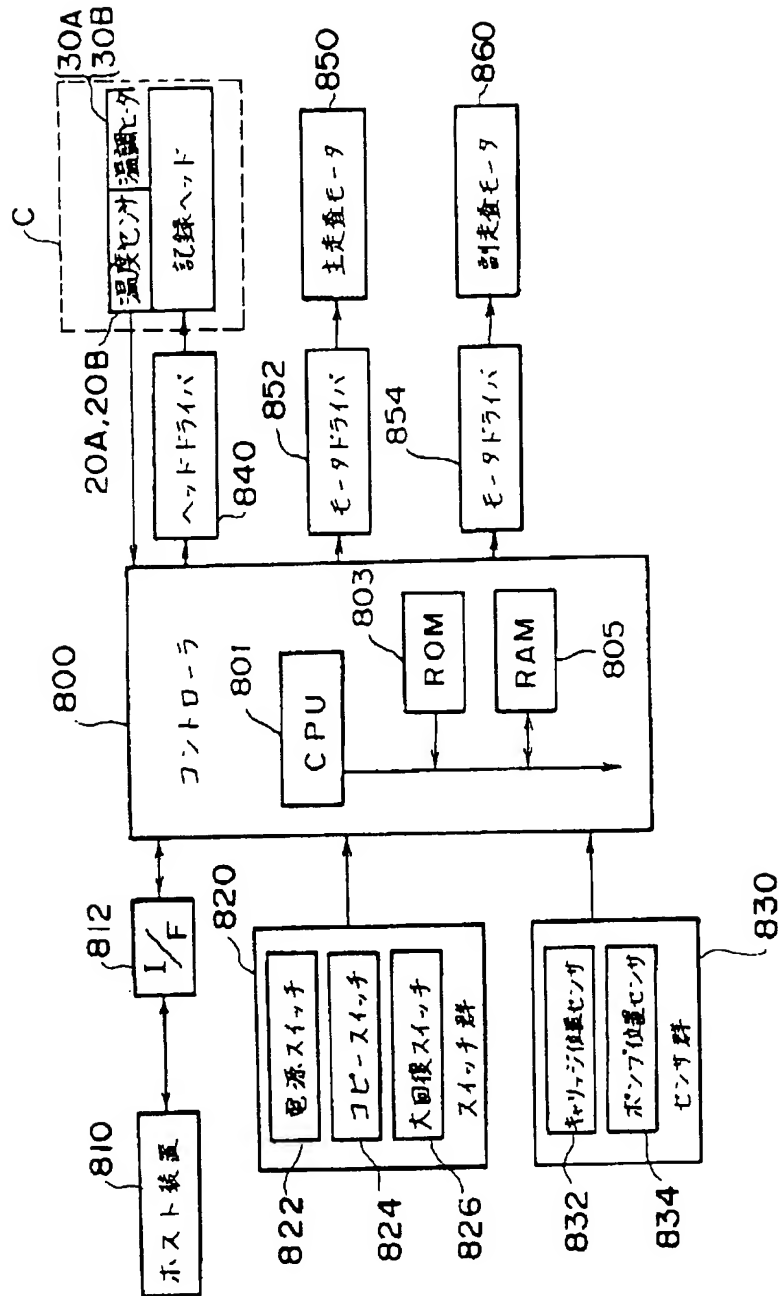
$$P_1 = 0$$

【図7】

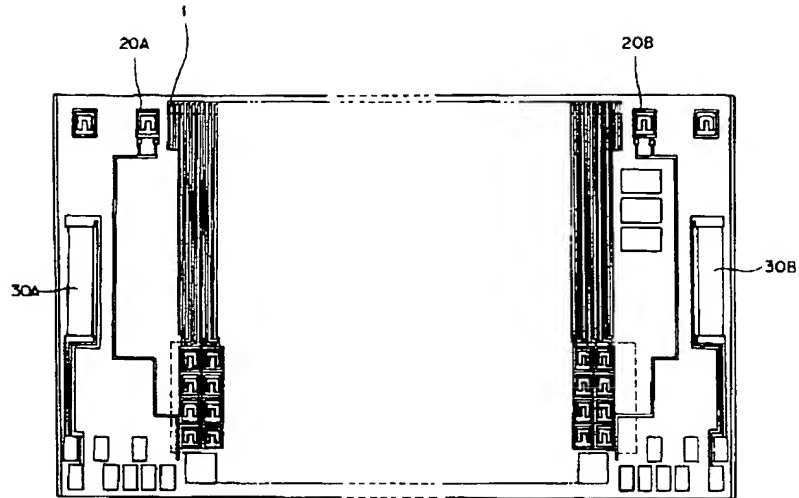
条件	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
テープ番号	26未満	26以上 28未満	28 ~ 30	30 ~ 32	32 ~ 34	34 ~ 36	36 ~ 38	38 ~ 40	40 ~ 42	42 ~ 44	44以上
ヘッド温度 TH (°C)											
プレヒート パルス幅 P <sub>I</sub> (Hex)	0A	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00

IH = 0.187 (μsec)

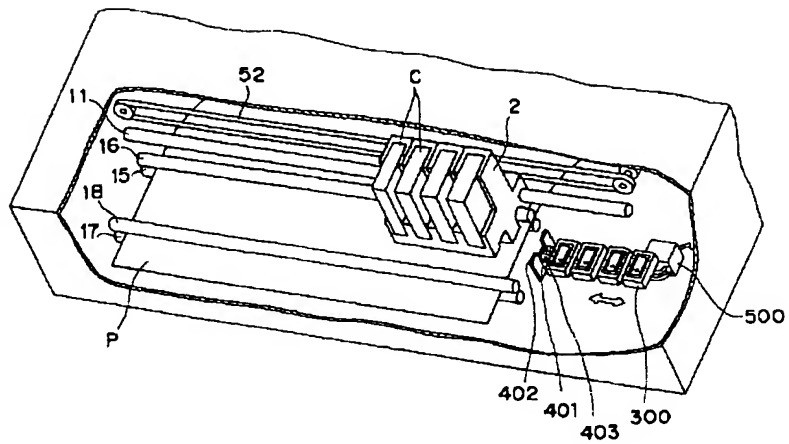
【図11】



【図9】

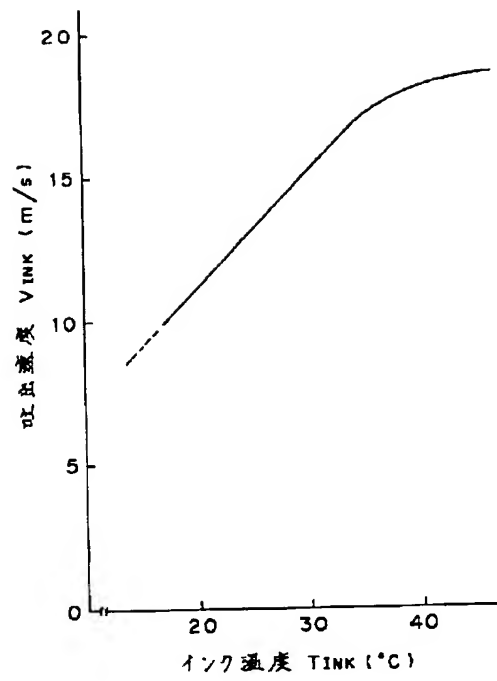


【図10】

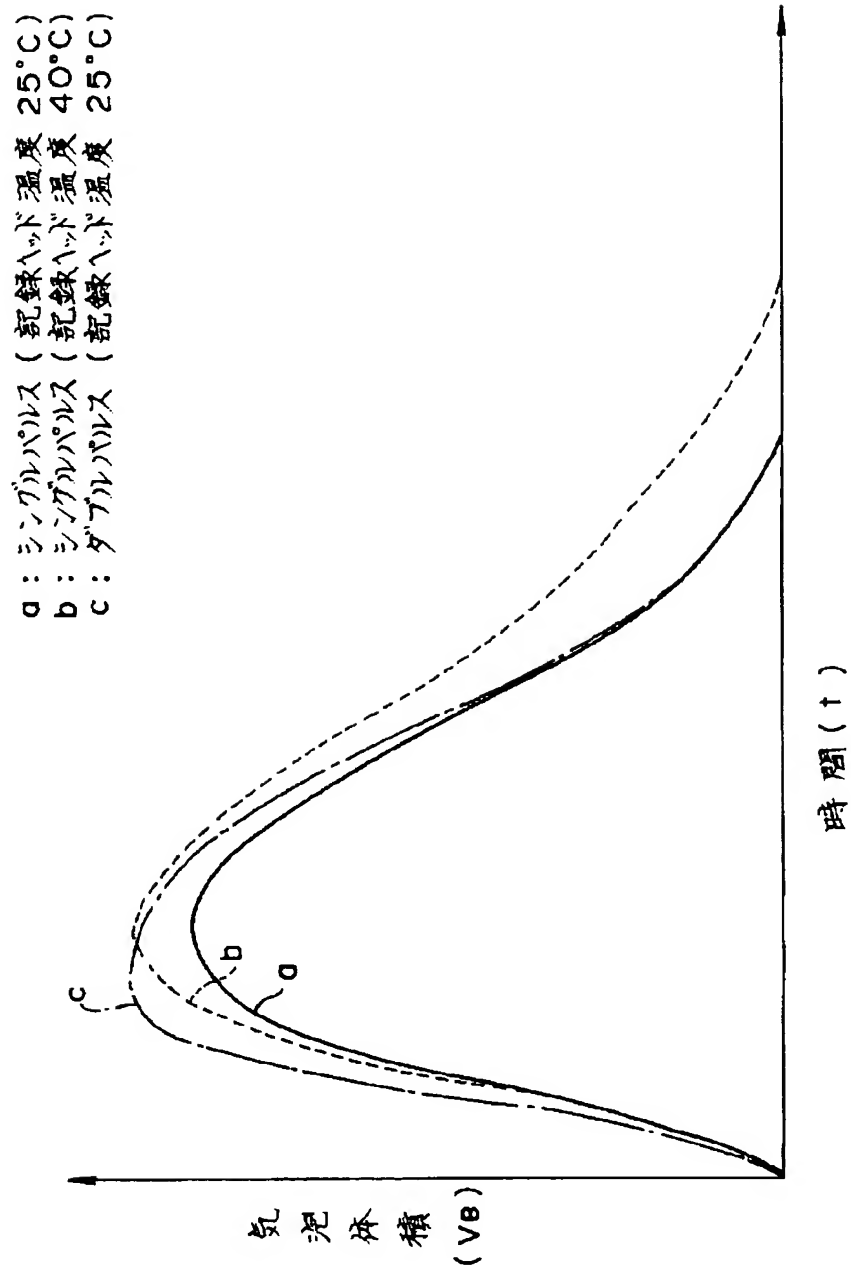




【図12】



【図13】



【図14】

